# 北京一亿多年来植物群的发展和古气候的变迁*

孔昭宸 杜乃秋 席以珍 陶君容

（中国科学院北京植物所）

毛主席指出：**“整个地球及地球各部分的地理和气候也是变化着的，但以它们的变化和社会的变化相比较，则显得很微小，前者是以若干万年为单位而显现其变化的，后者则在几千年、几百年、几十年、甚至几年或几个月（在革命时期）内就显现其变化了。”**那么，在地史上从白垩纪至今，北京地区在一亿三千多万年的地质时期内，植物群和气候又是怎样变化的呢？我们通过对**“相继形成起来和逐一重叠起来的地层”**中保留下的动植物化石的研究，有助于回答这一复杂而有意义的问题。

在无产阶级文化大革命中，为了配合有关单位进行勘探。几年来，我们从北京地区钻井的岩芯中，依据不同层位选择样品进行孢子花粉分析，并进行鉴定分类，得出各类孢粉含量的百分比（孢粉谱），然后对不同层位的孢粉谱进行比较，从而看出不同时代具有不同的孢粉组合。它的变化，一般都能反映植被情况的变化。

植物在生长、发育和衰亡的过程中，经常受到内外因素的综合影响。在外界条件方面，往往与气候、土壤、山岳、湖海有密切的联系。因此，依据孢粉组合中的变化，查明植物群的演替，就可以确定地层时代，进行地层的划分和对比，对古气候、古地理，提出可靠的资料。

北京现位于华北大平原的西北隅，地处北纬39°，东经116°，就总的情况看，属暖温带大陆性的季风气候，冬季受蒙古高气压的控制，夏天又处于大陆低气压的范围，造成冬季寒冷干燥，夏季热而多雨。现在北京年平均气温为11.8℃，最热月（七月）平均气温26.1℃。最冷月（一月）平均气温为4.6℃。和这里的地理、气候条件相适应的植被，应属暖温带落叶阔叶林并有草原植物成分。由于长期的人类活动，原生植被保存甚少，而草本植物，则以菊科、禾本科、豆科、蔷薇科、百合科、莎草科、伞形科、毛茛科、十字花科、石竹科占优势。一些温带落叶阔叶类型的乔、灌木，有多种旱中生落叶栎类（蒙古栎、辽东栎、槲树等）、槐树、桑、大叶榉、槭、榆、楸、核桃、泡桐等。针叶树中的油松、侧柏，多稀疏散布或局部成林。云杉、冷杉仅在北京西灵山、小五台山，海拔1600—2000米才有分布。同时北京还保留着一些南方热带起源的科属，如无患子科的栾树、楝科的香椿、柿科的柿树、使君子、漆树科的黄连木、黄栌等。今天这种森林兼有草原植物成分的类型，不仅取决于现代生境条件，而且也取决于它们对以前的地质时期的山岳、气候及土壤条件的适应。此外，与古代大陆的形状及分布也有关系。

如果我们把北京白垩系、新生界的孢粉分布加以粗略比较（见表1）**“在这里可以看到**

* 地质资料、孢粉样品由北京有关单位供给。参加室内工作的还有京西矿务局包素欣、北京植物所谬树华等同志。

**表 1　植物孢粉在北京地区下白垩系、新生界沉积物中的分布略表**

符号标示：○个别出现，●不多，●●多，●●●很多，空白为未见。分布：△亚热带，○热带，▽温带，○—▽，热带—亚热带，△—▽，亚热带—温带

| 孢粉名称 \ 地质时代 | 早白垩世 $K_1^{1-2}$ | 始-渐新世 $E_{2-3}$ | 中-上新世 $N_{1-2}$ | 第四纪 Q |
|---|---|---|---|---|
| 苔藓 (Musci) | | ● | | ●● |
| 石松 (Lycopodium) | | ● | | |
| 石松孢 (Lycopodiumsporites) | ● | | | |
| 网形孢 (Reticulatisporites sp.) | ● | | | |
| 卷柏 (Selaginella sp.) | | | | ○ |
| 层环孢 (Delsoisporites sp. cf. selaginella) | ●● | | | |
| 波形孢 (Undulatisporites sp. cf. Ophioglossaceae) | ○ | | | |
| 阴地蕨 (Botrychium sp.) | | | | ○ |
| 紫萁 (Osmunda sp.) △ | | ● | ○ | |
| 紫萁孢 (Osmundacidites sp.) △ | ○ | | | |
| 海金沙 (Lygodium) ○—△ | | ○ | | |
| 海金沙孢 (Lygodiumsporites) △ | ●●● | | | |
| 肋纹孢 (Cicatricosisporites cf. derogensis) ○ | ●● | | | |
| 肋纹孢 (Cicatricosisporites) (cf. Anemia) ○ | ●● | | | |
| 肋纹孢 (Cicatricosisporites cf. Mohria) ○ | ●● | | | |
| 假网克鲁茨孢 (Klukisporites psudoreticulatus cf. Lygodiaceae) | ●● | | | |
| 三裂瓣孢 (Trilobasporites) (cf. Lygodiaceae) | ● | | | |
| 刺毛孢 (Pilosisporites cf. Lygodiaceae) | ● | | | |
| 莎草蕨 (Schizaea) ○—△ | ● | ○ | | |
| 莎草蕨孢 (Schizaeoisporites spp. cf. Schizaea) △ | ●● | ○ | | |
| 里白孢 (Gleicheniidites sp.) △ | ○ | | | |
| 水蕨 (Ceratopteridaceae) △ | | | ○ | |
| 膜蕨 (Hymenophyllum sp.) ○—△ | | ● | | |
| 膜蕨孢 (Hymenophyllumsporites) ○—△ | ●● | | | |
| 骨碎补 (Devallia sp.) △—▽ | | | ●● | ○ |
| 金毛狗 (Cibotium junctum) ○—△ | ● | ● | | |
| 凤尾蕨 (Pteris sp.) △ | | | ○ | ○ |
| 铁线蕨 (Adiantum) | | ● | | |
| 水龙骨 (Polypodium) | | | ●●● | ●● |
| 光壁单缝孢 (Laevigatosporites) | ○ | ● | | |
| 观音座莲 (Angiopteris) ○—△ | | ○ | | |
| 瘤足蕨 (Plagiopteris) | | ○ | | |
| 槐叶苹 (Salvinia) | | ●● | | |
| 光壁三缝孢 (Leiotriletes spp.) | | ○ | | |
| 厚环三缝孢 (Euryzonotriletes) | ● | | | |
| 澳洲拟桫椤 (Cyathidites australis+C. minutus) ○— | ●● | | | |
| 苏铁 (Cycas) ○—△ | | ● | | |
| 银杏 (Ginkgo) | | ○ | | |
| 银杏 (Ginkgo bilobaeformis) | | ● | | |
| 瓣形单槽粉 (Monosulcites carpentieri) | ● | | | |
| 近似本内苏铁 (cf. Bennetites) ○ | | | | |
| 小型单槽粉 (Monosulcites minimus) | ●●● | | | |
| 近似银杏或苏铁 (cf. Ginkgo 或 Cycas) | | | | |
| 落羽杉 (Taxodium) △ | | ○ | | |
| 柳杉 (Cryptomeria) △ | | ○ | | |
| 水杉 (Metasequoia) △ | | ○ | | |
| 水松 (Glyptostrobus) △ | | ○ | | |
| 南洋杉 (Araucaria) △ | | ○ | | |
| 松科 (Pinaceae) | ● | ●● | | |

| 孢粉名称 \ 地质时代 | 早白垩世 $K_1^{1-2}$ | 始-渐新世 $E_{2-3}$ | 中-上新世 $N_{1-2}$ | 第四纪 Q |
|---|---|---|---|---|
| 冷杉 (Abies) | | ○ | | |
| 铁杉 (Tsuga) △ | | ○ | ○ | ○ |
| 云杉 (Picea) | | ○ | | ●●● |
| 雪松 (Cedrus) △ | ● | ● | | |
| 雪松 (Cedrus deodara) | ○ | ● | | |
| 松 (Pinus) | | | ●● | ●● |
| 油杉 (Keteleeria) △ | | ○ | | |
| 银杉 (Cathara cf. argyrophylla) △ | | ○ | | |
| 陆均松 (Dacrydium cf. pierrei.) ○—△ | | ○ | | |
| 柏科 (Cupressaceae) | | | | ○ |
| 麻黄 (Ephedra) | | ○ | | |
| 始新世麻黄 (E. eocenica) | | ○ | | |
| 契干麻黄 (E. cheganica) | | ○ | | |
| 纺綞麻黄 (E. fusiformis) | | ○ | | |
| 三肋麻黄 (E. trinata) | | ○ | | |
| 柔嫩麻黄 (E. tenera) | | ○ | | |
| 麻黄型粉 (Ephedripites sp.) | | ○ | | |
| 内环粉 (Classopollis) | ●●● | | | |
| 苏铁杉 (Potozamites) ○ | ○ | | | |
| 木兰 (Magnolia) △ | | ● | | |
| 毛茛科 (Ranunculaceae) | | | | ○ |
| 睡莲 (Nelumba) | | ○ | | |
| 小檗 (Berberis) | | ○ | | |
| 假块状椴 (Tilia pseudoinstructus) | | ● | | |
| 椴 (Tilia sp.) | | | ○ | ○ |
| 梧桐 (Sterculia) | | ○ | | |
| 柳 (Salix) | | ○ | ○ | |
| 十字花科 (Cruciferae) | | | | ○ |
| 藜科 (Chenopodiaceae) | | | | ●●● |
| 猪毛菜 (Salsola cf. collina) | | | | ○○ |
| 扫帚菜地肤 (Kochia scoparia) | | | | ● |
| 苋 (Amaranthus sp.) | | | | ● |
| 石竹科 (Caryophyllaceae) | | | | ● |
| 灯心草蚤缀 (Arenaria juncea) | | | | ● |
| 蔷薇科 (Rosaceae) | | | ○ | ○ |
| 绣线菊 (Spiraea cf. blumei) | | | ○ | ○ |
| 豆科 (Lequminosae) | | | ● | ● |
| 桃金娘科 (Myrtaceae) △ | | ● | | |
| 似桃金娘 (Myrtaceidites sp.) ○—△ | | ● | | |
| 水龙属 (Jussiaea cf. champlainensis) | | ● | | |
| 胡颓子 (Elaeagnus sp.) | | ○ | | |
| 似山龙眼 (Proteacidites sp.) △ | | ○ | | |
| 金缕梅 (Hamamelis sp.) ○—△ | | | | |
| 枫香 (Liquidambar formosana, L. orientalis) △ | | ●● | ○ | |
| 榆 (Ulmus sp.) △—▽ | | ● | ●● | ● |
| 三孔榆 (Ulmoideipites tricostatus) | | ● | | |
| 刺榆型粉 (U. planeraeformis) | | ● | | |
| 榉 (Zelkova sp.) | | ○ | | |
| 朴 (Celtis sp.) | | | | ● |
| 葎草 (Humulus sp.) | | | | ○ |
| 杨梅 (Myrica sp.) △ | | ● | | |

| 孢粉名称 \ 地质时代 | 早白垩世 $K_1^{1-2}$ | 始-渐新世 $E_{2-3}$ | 中-上新世 $N_{1-2}$ | 第四纪 Q |
|---|---|---|---|---|
| Comptonia sp. △ | | ○ | | |
| 胡桃 (Juglans) △—▽ | | ●● | | |
| 野核桃 (J. cathayensis) △ | | ●● | | |
| 枫杨 (Pterocarya stenoptera) △ | | ● | ○ | ○ |
| 枫杨属 (Pterocarya. sp.) | | ● | | |
| 山核桃 (Carya simplex) △ | | ●● | | |
| 黄杞 (Engelhardtia) ○—△ | | ○ | | |
| 似化香 (Platycarya) △ | | ○ | | |
| 桦 (Betula sp.) | | ○ | ● | ○ |
| 榛 (Corylus sp.) | | ○ | ● | |
| 鹅耳枥 (Carpinus sp.) | | ○ | ● | |
| 水青冈 (Fagus) △ | | ○ | | |
| 栎 (Quercus spp.) △—▽ | | ●●● | ●● | ● |
| 栗 (Castanea) △ | | ● | | |
| 栲 (Castanopsis) △ | | ● | | |
| 凤仙花科 (Balsaminaceae) | | | | ○ |
| 芸香科 (Rutaceae) ○—▽ | | ● | | |
| 楝 (Melia sp.) ○—▽ | | ● | | |
| 槭 (Acer sp.) | | | ○ | |
| 漆 (Rhus sp.) △—▽ | | ○ | | ○ |
| 华北卫矛 (Euonymus maackii) | | | | ○ |
| 似铁青树 (Anacolosidites) △ | | ○ | | |
| 美丽桑寄生 (Loranthus cf. elegans) △ | | ● | | |
| 奇异桑寄生 (L. cf. mirus) △ | | ● | | |
| 鼠李 (Rhamnus) | | | | ○ |
| 山茱萸 (Cornus) △ | | ○ | | |
| 紫树 (Nyssa) △ | | ○ | | |
| 五加 (Aralia) △ | | ○ | | |
| 伞形花科 (Umbelliferae) | | | | ○ |
| 假吊钟 (Craibiodendron) | | | ○ | |
| 白珠木 (Granltheria) | | | ● | |
| 杜鹃花科 (Ericaceae) | | | ○ | ○ |
| 柿 (Diospros) ○—▽ | | | | ○ |
| 山矾 (Symplyocos) △ | | ● | | |
| 梣 (Fraxinus) | | | ○ | ○ |
| 接骨木 (Sambucus cf. schweriana) | | | | |
| 车前 (Plantago) | | | ○ | ○ |
| 忍冬 (Lonicera sp.) | | | ● | |
| 菊科 (Compositae) | | | ●● | ●●● |
| 蒿 (Artemisia spp.) | | | | ●●● |
| 泽泻 (Alisma orientale) | | | | ○ |
| 狐尾藻 (Myriophyllum) | | | | ○ |
| 香蒲 (Typha orientalis) | | | | ○ |
| 缬草 (Valeriana) | | | | ○ |
| 眼子菜 (Potomogeton) | | | | ○ |
| 莎草科 (Cyperaceae) | | | ●● | ●● |
| 禾本科 (Gramineae) | | | ●● | ●●● |
| 开裂孢 Schizosporites | | ●●● | | |
| 雏囊孢 Psophosphera | | ●● | | |
| 三孔沟粉 Tricolporopollenites spp. | ○ | ●● | | |
| 三沟粉 Tricolpollenites | ○ | ●● | | |

**与各种地质时代相适应的各种有机形态。形态愈高，进化就愈快。”**

就侏罗纪说，全球性的气候比较一致，都很温暖，当时我国新疆，秦岭以北和华北、东北气候较为湿润，适于热带到暖温带的银杏、松柏、苏铁、本内苏铁、真蕨的发展，构成北方落叶中生代植物区系。它们的大量繁殖加上温暖潮湿的气候及地壳有节奏性的沉降运动，有利于煤的形成。北京某钻孔孢粉资料表明，当时的植物群中银杏、苏铁、本内苏铁在植物群中占了优势，形成森林，古老的短叶杉、坚叶杉也较多，森林中还伴生有莎草蕨等真蕨植物。被子植物在此时尚未出现。依据植物群的特点认为北京某钻孔可能代表侏罗系的沉积。虽然植物丰富、气候温暖，但当时此区的地壳缺乏规律性的沉降运动，因此未见煤的沉积。

## （一）

距今一亿三千万年的早白垩世，在北京的植物群中，真蕨类的海金沙科和松柏科植物开始发展，晚期出现被子植物。从北京某钻孔的孢粉组合所反映的植物群中，蕨类植物占优势，其中尤以海金沙科最为繁盛。莎草蕨、膜蕨、紫萁、里白、蚌壳蕨、桫椤、金毛狗等蕨类仍然存在。在侏罗纪占优势的苏铁、银杏退居次要位置。北京早白垩世的蕨类中除少数在温带有分布外（如卷柏、石松、水龙骨），一般局限于热带—亚热带。如海金沙科的密穗蕨（Anemia）和非洲蕨（Mohria），现已在我国热带、亚热带地区消失，仅产于美洲和南部非洲的热带和亚热带地区。在我国，桫椤科常分布在潮湿的热带雨林中，海金沙、莎草蕨、紫萁、金毛狗、膜蕨等，也局限于热带、亚热带地区。在该植物群中还有少量的苏铁分布。晚期有被子植物栎和山龙眼的花粉出现。因此，孢粉资料表明，北京早白垩纪的植物群具有热带—亚热带植物群的面貌。由于许多植物要求潮湿的海洋性气候，所以，北京地区在早白垩世的气候相当湿热，与现今我国南亚热带地区的气候相近。

到晚白垩世，蕨类植物随着被子植物的繁盛而退居于次要的位置。由我国和国外的孢粉资料证明，许多原始的被子植物的花粉，如鹰形粉（Aquilapollenites）、小突起粉（Parviprojectus）、沃特好斯粉（Wodehouseia）、高腾粉（Gothanipollis）常出现在晚白垩世。而在北京地区的孢粉组合中，却未见到这些对晚白垩世地层的确定有重要意义的花粉，说明晚白垩世的地层在北京可能缺失。

## （二）

恩格斯在《自然辩证法》中指出：**“如果地球是某种逐渐生成的东西，那末它现在的地质的、地理的、气候的状况，它的植物和动物，也一定是某种逐渐生成的东西，它一定不仅有在空间中互相邻近的历史，而且还有在时间上前后相继的历史。”**

距今六、七千万年以来，在泛北极白垩纪植物带的基础上发展起来的第三纪植物群，在老第三纪继续分化，植物的地带性更加明显。古地理资料表明，始新世时，我国东北通过朝鲜与日本相连，而美国的阿拉斯加还与亚洲的东北部相连，当时白令海峡尚未出现。因此，太平洋暖流沿着亚洲东北边缘转向阿拉斯加的南缘。正由于太平洋暖流的影响形成了北京地区早第三纪植物群丰富多采的热带—亚热带面貌。在老第三纪时与白垩纪相比，植物成分发生了很大的变化。如果把北京另一地区老第三纪孢粉组合与白垩纪相比，

表明中生代相当繁盛的蕨类植物大量减少，只保留紫萁、石松、铁线蕨、海金沙、莎草蕨。裸子植物中短叶杉、苏铁杉已经消失，在早白垩世曾经广泛分布的苏铁、银杏类在老第三纪大大减少。松柏类的雪松、陆均松、罗汉松相应增加，而被子植物更加多种多样。在环境不断变化的条件下，植物进行着自身的改造，产生出更能适应环境的形态，从乔木发展到灌木，进而发展成草本。老第三纪的植物群中，裸子植物中以松科较多，杉科、紫杉科较少；并有原始松柏类。松科中的雪松、陆均松、油杉、铁杉、罗汉松科的罗汉松、杉科中的柳杉、水杉等。它们大多为常绿乔木，现在生长在热带、亚热带地区，有的分布于山地，要求温暖湿润的气候，其中陆均松在我国仅分布于南亚热带的海南地区，而罗汉松、柳杉、油杉则在我国亚热带地区出现。

出现的被子植物共有60余科属，多为乔木，其中以葇荑花序类中的胡桃、枫杨、栎、桦、桤木、鹅耳枥、榛、榆在植物群中占主要地位。植物群中还混生着中亚热带的典型成分，如杨梅科、山矾科、壳斗科的栲属、木兰科、金缕梅科的枫香属、金缕梅属、胡桃科的山核桃、化香属、芸香科。同时出现，现分布于我国南亚热带的植物如桃金娘科、山龙眼科、楝科、无患子科和营半寄生生活的桑寄生属，草本双子叶植物有柳叶菜、忍冬等以及水生的睡莲、槐叶萍等。

鉴于北京地区老第三纪的植物群有一半以上的属，现分布于淮河、秦岭、白龙江一线以南（北纬 34°）的亚热带地区，而少数仅出现于亚热带的南部，这种温带成分与热带成分，在北京老第三纪同时出现的现象，表现当时的植物群为常绿落叶阔叶混交林（或称为含有常绿树种的落叶阔叶林）。由于这种类型的植物现在分布于北亚热带或中亚热带低山地区，由此我们可以推想当时北京老第三纪所处的气候带有二种可能性：一是类似于现今的北亚热带的气候环境（最冷月平均气温在 5℃ 以下，平均最低气温在 0℃ 左右，仍有干季、湿季之分，但冬春与暖温带相比，仍显得比较潮湿），含有相当数量的落叶栎类和桦木科、胡桃科等葇荑花序类的树种。二是类似于中亚热带地区的常绿落叶阔叶混交林。我们倾向于北京老第三纪植物群介于二种类型之间，即气候相当于今日的北亚热带和中亚热带交接地区（北纬 25°—32°）。

至于出现的一些暖温带地区常见的阔叶树种，如多种栎类、桦属、鹅耳枥属、胡桃属、椴属等，与亚热带地区的常绿树种组成了落叶阔叶—常绿阔叶混交林。现在在皖、浙、川、黔、鄂山地还可以见到，虽然有的属与暖温带地区的相同，但都是亚热带的种。尽管孢粉鉴定到种有些困难，无法查明是亚热带山地的落叶种，还是暖温带的种，但从被子植物、裸子植物、蕨类植物出现的属来看，绝大多数是亚热带地区偏南的种类。因此这些暖温带常见的落叶类型出现在北京老第三纪。那时生长了一些亚热带常绿针叶和常绿阔叶组成的针阔叶混交林，在远处高山地区可能还生长着寒温针叶树种云杉等。如把北京老第三纪的植物群与我国辽宁抚顺[7]、黑龙江、山东[3]，苏联远东、西伯利亚，美国落基山和加拿大等始新世的植物群加以比较，则发现它们有许多共同的特点：

它们都是在泛北极白垩纪植物群的基础上发展起来的，一方面具有温带植物群的特征（葇荑花序植物大大增加，亚洲和北美均由栗、山毛榉、桦、榆、胡桃、枫杨、槭、枫香以及香蕨木等组成落叶阔叶类型），同时又夹带许多常绿的树种，如杨梅、山矾、木兰、桑寄生、桃金娘。不过，北京老第三纪植物群中热带成分较辽宁、抚顺，西伯利亚老第三纪的更为

丰富，具有更多的亚热带特征（如桃金娘）。在辽宁抚顺始新世，由于具有大量湿生的水松、水杉、落羽杉，及亚热带的常绿(棕榈)、落叶阔叶(桦木科、山毛榉等)树种。温暖潮湿的气候，丰富的植物，相对下降的深水湖相，这都非常有利于有机矿藏(煤、油页岩)的形成。而北京老第三纪植物群与抚顺相比，虽具有更多的亚热带植物群的特征，但北京植物群中湿生树种并不多，而具有更多的旱生特征。现今北京周围，在当时已有地形的分化，植物显现出垂直分带性，落叶、常绿阔叶和针叶树混生，仍具有少量泛北极植物群古老属如银杏、水杉、落羽杉。

从北京某区各钻孔的孢粉组合可以看出，老第三纪的植物群并不是一成不变的。有的孢粉组合代表了前期的植物群，属亚热带针阔叶混交林。当时组成森林的主要植物有银杏、雪松、松、原始松科；葇荑花序的山毛榉、桦、胡桃、椴等科的植物。亚热带的山核桃、枫杨、桃金娘、木兰、芸香、无患子等也参与植物群的组成。蕨类植物只见到少量的莎草蕨、紫萁和石松。草本双子叶植物尚未见到。

有的孢粉组合则代表亚热带的落叶阔叶和常绿阔叶混交林类型。暖温带或亚热带山地占优势的葇荑花序植物在本组合中仍占优势，其中亚热带的科属以山核桃、山矾、铁青树、五加、木兰、黄杞、倒地铃为主。蕨类植物显著增加，有海金沙、紫萁、莎草蕨、膜叶蕨等。亦有不少的草本植物如柳叶菜、唇形科，以及反映干燥环境的麻黄，指示气候有可能转干。上面植物群的不同组成，到底是时代的差异，还是植物群因受地形、气候条件的限制而引起的局部变化，尚待更多的证据。

如把北京某地区各钻孔的孢粉组合与同时代的北京另一地区钻孔中的孢粉组合加以比较，则看到北京另一地区老第三纪植物群中，有不少沼生的植物，如槐叶萍或藻类，这些植物可能说明当时该地区的湖面较北京某区平静(槐叶萍出现)，但湖水并不深，湖岸及湖周围的高地及山地植物丰富，有利于煤及油页岩的形成，而北京各钻孔老第三纪的沉积物，虽是温暖、湿润气候条件下的产物，但沉积物中还具水平及交错层理的河漫相或浅湖相的粉砂质页岩。又加上当时多次火山活动，不利于煤的积累。从钻孔中揭露的岩层中所夹的玄武岩经放射性钾-氩法测出地质年龄为五千三百七十万年一六千零五十万年，即为始新世的产物。从孢粉资料看，我们认为，北京老第三纪植物前后有所不同，前期稍湿，而后期转干，但都具有亚热带气候的特征。

我国著名科学家竺可祯[1]曾指出："定亚热带的指标 10℃以上的积温为 4500—8000℃，最冷月的气温为 2—16℃，无霜期 240—360 天，"从上述的指标可看出，当时我国亚热带的北界接近于北纬 34℃ 的地方，而当时的南界则横贯台湾省的中部和雷州半岛的南部，即在北纬 22°30′—21°30′ 左右。根据北京老第三纪植物群的特点，推测当时植物群相当于今天的北纬 25°—32°，即中亚热带北部。可以推测，地处北纬 40° 的北京老第三纪植物，与今天相比是向南伸展了 8°—15°，而当时北京年平均气温约为 15.8℃—19.3℃ 如按照纬度南移一度温度升高 0.5℃ 计算，则比今天北京气温高出 4—7.5℃，由此说明在始新世时北半球的热带植被较现代的植被向北推移。

塔赫他江[10]亦认为始新世时北半球亚热带植被的北界与今天相比，纬度向北伸展约 15°。我们借鉴塔赫他江的资料推测，我国今天亚热带北界（北 34°）向北推移 15°（即北 50°)以作为我国始新世亚热带的北界。也就是说，当今地处北纬 40° 的北京向南伸展

15°(即北25°)，它的植物群和始新世的北京植物群之间，应具有一种共同的特征。北京始新世的植物群成分与今天我国亚热带（北纬25°）植被成分一致（如桃金娘、陆均松、罗汉松等)。上述资料的引证，进一步说明北京老第三纪（始新世）植物群与今天北京相比，气候和植物群的变化是很大的。当然整个地球和气候的变化是不均衡的，这儿只是从一个侧面提出植物群发展和古气候变化的古植物学依据。

## (三)

新第三纪以来(距今约2500万年)，我国古地理轮廓已接近现代，而由于喜马拉雅山、昆仑山、冈底斯山、阿尔泰山和天山升起的高度已经对大气环流发生影响，西北、华北地区气候日趋干旱，植被的成分也随之发生变化。由于草本植物开花早，花期短，种子寿命长、发芽快，在气温和湿度下降的情况下，草本比木本、风媒比虫媒更能适应不利的环境。因此，东北、华北区的新第三纪植被，以具有大量含葇荑花序的落叶阔叶植物(榆、朴、桦、榛、鹅耳枥、栎）为特征。在老第三纪占优势的亚热带类型的科属已大大减少，有的成为孑遗种。松科(主要松属)和草本双子叶植物数量增多。植被属于暖温带落叶阔叶和针叶混交林。其气候较老第三纪变凉，但仍比较温暖。蕨类中的水龙骨科、骨碎补科，占主要成分。从一些钻孔的岩性资料表明，新第三纪难以细分。但从植物群的发展上，却能分为前后两期。前期属暖温带落叶阔叶及针叶混交林期，森林的主要成分是松、栎、胡桃、榆、鹅耳枥、榛为主，蕨类中的凤尾蕨和水龙骨占有一定的比例，在老第三纪较为繁盛的亚热带科属大大减少，有的成为孑遗植物(如紫萁、凤尾蕨、铁杉、枫香)，草本双子叶植物增多，反映气温与今日北京气温相似或略高，大致为中新世晚期。后期属暖温带落叶阔叶草原期，当时北京山麓低地及土壤湿润处见有旱生的落叶林，以耐旱的栎为主，在较干燥的土壤上则有榆、枸，此时灌木比较发育，有杜鹃、鼠李、木犀、蔷薇等，而就总的植物成分来看，出现更多草原类型的植物，如藜、菊、车前、豆、莎草、禾本等科，在沼泽中有香蒲、眼子菜、狐尾藻等水生植物，显现出气候干温，时代为上新世晚期(距今一千万年)。

古植物的资料表明，我国草原的出现是由西向东发展的，在新疆和青海[2]，中新世晚期已有部分地区出现草原，到了上新世，新疆、甘肃、宁夏、青海、陕北、山东等地的森林面积显著减少，草原分布区扩大，北京晚第三纪的植物群同样也说明上新世晚期森林面积减少，草原分布区的扩大。

## (四)

第四纪是地球历史的最近时期，也是人类出现和人类历史发展的地质时期。我国第四纪地貌和古地理环境，除青、藏、滇等少数地区外，已与上新世基本相似。但第四纪以来，古气候的变化，对人类的出现和发展，以及生物群的演变有着重要的影响。同时，对冰川的出现和消融也有着密切的关系。由于我国处于低纬度地带，冰川活动的范围较欧洲为小，而且又多限于山岳冰川。因此，对寒冷气候条件下生长的动物（如披毛犀、猛犸象）和反映冰期的植物(如高山阴暗针叶林类型的云杉、冷杉、落叶松等)大量出现在平原或丘陵地区的沉积物中，应给予必要的重视。

周口店中国猿人化石层的孢粉组合[4]揭示五十万年前(中更新世)的周口店一带曾有

桦、朴、榆为主的落叶阔叶林，也夹有梠、白檀等喜暖的树种。并推测中国猿人时代的北京气候环境[5]应和华北地区相似，属暖温带气候。相当于明德—里斯间冰期，较今天气温偏高。

在二百多万年的地质历史过程中，北京地区，在全球性气温下降的情况下，现仅能生长在北京远郊西灵山、小五台山，海拔1600—2000米的云杉、冷杉等喜冷植物群，在冰期时，曾不止一次地繁盛在低海拔和北京平原地区，距今70—80万年的中更新世。在北京的钻孔中的沉积物中，就找到以云杉为主的孢粉组合。在中国猿人产地也找到过阴地蕨、卷柏等喜冷植物。

尤其在北京某地区的属晚更新世的孢粉样品中，找到以云杉为主，松、桦、菊、蒿、藜为次的孢粉组合。北京某地区在大理冰期(相当欧洲的武木、北美的威斯康辛冰期)时，云杉、冷杉曾经下降到海拔430—450米地区或不足40米的北京地区。组成阴暗针叶林，如按海拔每升高100米，温度下降0.5—0.6℃的话，那么这个云杉森林，就标志着当时比现今气温下降5—7.5℃。大理冰期时，云杉、冷杉组成的针叶林不仅在北京地区有所发现，同样在浙江天目山海拔不足500米、贵州盘县近2000米、陕西渭南北庄村490米(用同位素$C^{14}$测定青杆木材为23500±80年)等均有发现。这儿提示我们在距今2—3万年时，全球性气温下降也波及到我国南、北地区。那时冰川曾经在北京一些山地分布。而当时的北京平原地区亦显现出千里冰封的北国风光。

冰期过后，温暖的冰后期(全新世，距今一万余年)又随之而来，在冰期占优势的高山阴暗针叶林树种又向高纬度地区或高海拔扩展。

在北京找到过榆、桑的木材。找到过松、胡桃、榆、桦、木犀等的少数乔灌木树种的花粉。花粉组合中草原类型的蒿、藜、百合、菊、伞形、毛茛等科花粉占组合的65%，还出现少量的车前、香蒲以及多种类型的苔藓植物孢子。类似的组合在北京还有[6]。古植物学的研究说明北京平原区，在一万年来，喜暖的植物群(如榆、桑、朴、黄栌、柿、漆、枫杨)又重新出现于北京地区，由于气候温暖而潮湿，在一些地方形成多层泥炭。这些泥炭层中的木材以及孢粉组合，可以说明北京地区的植物群可能是森林和草原的植被类型。因而植物群的不同又形成多种成因的泥炭层。从孢粉组合中的植物种类，进一步说明北京地区的植被类型中，一些温带落叶阔叶类的桑、榉、槭、榆、朴、核桃曾在北京郊区有分布。同时保留一些南方热带起源的科属，如柿和黄栌。这些资料表明在北京地区某些温带落叶阔叶种和热带—亚热带起源的树种，经过冰期到全新世仍然残存，而草原类型的树种分布面积继续扩大。

从周口店中国猿人的出现经历几十万年漫长的时期，北京的植物群虽受冰期，间冰期冷暖、干湿的影响，现正受着人们的改造，使北京这块祖国美丽富饶的山川、平原更加生气盎然，气象万千。

综上所述，北京自早白垩世以来，植物群的发展和气候变迁可以分为四个阶段：

1. 在侏罗纪植物群基础上发展起来的早白垩世植物群具有热带—亚热带的面貌。植物群中以海金沙科(包括海金沙、非洲蕨、密穗蕨)和银杏、苏铁以及短叶杉为主。由于这些植物要求海洋性气候。因此当时北京相当湿热。年平均气温比现今北京高出10℃左右。

2. 老第三纪（始新世—早渐新世，距今 5—6 千万年）的植物群，前期属亚热带的针阔叶混交林，后期则是亚热带含有常绿树种的落叶阔叶林。 前期气候湿热，后期热而略干。年平均气温较今日北京高出 5℃ 左右。

3. 新第三纪。植物群中的木本植物仍以葇荑花序植物为主，保留少数亚热带的种类，但所代表的气候已属暖温带的气候。随着气候的变干，草本植物增加，年平均气温与现在接近或略偏高。

4. 第四纪。全球性的气温下降，因此冷暖及干湿的多次变化在北京也有明显的反映。在间冰期，是暖温带的落叶阔叶和森林草原的植被；而冰期时，阴暗针叶林类型的云杉、冷杉曾在丘陵或北京城区有较广的分布。在最晚一次冰期（距今二万余年）的年平均气温较今低 7℃ 左右。随着最后一次冰期的结束，气温的转暖，北京又进入森林和草原兼而有之的植被类型，并继续保留了一些热带第三纪孑遗植物。

**“一个正确的认识，往往需要经过由物质到精神，由精神到物质，即由实践到认识，由认识到实践这样多次的反复，才能够完成。”**对北京一亿多年来植物群的发展、古气候变迁的认识，一定会随着工作实践的深入，而进一步深化，使这种推论更加接近客观实际。

## 主 要 参 考 文 献


[1] 竺可祯，1958：中国的亚热带。科学通报，17 期，第 524 页。

[2] 徐仁等，1958：柴达木盆地第三纪沉积中孢粉组合及其在地质学的意义。古生物学报 6 (4)。

[3] 宋之琛、曹侃、李曼英，1964：山东第三纪孢粉组合。中国科学院地质古生物研究所集刊，第三号，科学出版社。

[4] 孙孟蓉，1965：周口店中国猿人化石层的孢子花粉组合。中国第四纪研究，4(1)：88—95。

[5] 徐仁，1965：中国猿人时代的气候环境。中国第四纪研究，4 (1)。

[6] 周昆叔，1965：对北京市附近两个埋葬泥炭沼的调查及其孢粉分析，中国第四纪研究，4 (1)。

[7] 洪友崇等，1974：辽宁抚顺煤田地层及其生物群的初步研究。地质学报，第 2 期。

[8] Заклинская, Е. Д. 1963: Пыльца Покрытосемянных и её Значение для Обоснования Стратиграфии Верхнего Мела и Палеогена. *Тр. Геол. Ин-та. АН СССР*. Вып. 74.

[9] Самылина, В. А. 1974: Раннемеловие Флоры Северо-Востока СССР. *Изд. Наука Ленингр. Отд.*

[10] Takhtajan, A. 1969: Flowering Plants, Origin and dispersal. Edinburgh, Oliver & Boyd.

# VEGETATIONAL AND CLIMATIC CHANGES IN PEKING DURING THE PAST ONE HUNDRED MILLION YEARS

Kong Zhao-chen Tu Nai-chiu Shi Yi-chen Tao Jun-rong
(*Peking Institute of Botany, Academia Sinica*)

Under palynological investigation, the vegetational development and climatic changes in Peking from early Cretaceous to Holocene are stated in this paper:

1. The early Cretaceous flora is mainly composed of Lygodiaceae (Lygodium, Anemia, Mohria, etc.) Ginkgoaceae, Cycadaceae and the genus Brachyphyllum of Coniferae. The climate is hot and wet, the vegetation shows tropical-subtropical in aspects. The annual temperature is about 10°C higher than that of present.

2. Palaeogene floras: The flora of Eocene is represented by some subtropical needle-broad leaved forests and that of early Oligocene is by some subtropical deciduous forests among which some evengreen trees are in existence. The climate of the former is wet and hot, while that of the latter is dry and less hot. The annual temperature is about 5°C higher than that of the present.

3. Neogene floras: The floras of Miocene and Pliocene are mainly composed of Amentiferae but some subtropical species of Liquidambar, Pterocarya, Osmunda etc. are still in existence. The climate was warm and dry. The annual temperature is almost equivalent to or slightly higher than that of the present. As to late Pliocene, the Herbaceous plants such as Chenopodiaceae, Gramineae and Compositae Artemisia etc. are predominant.

4. Quaternary floras: The floras of the glacial and inter-glacial periods are quite different here. During the glacial periods, Picea and Abies forests become predominant in the plain. During the late glacial, (The Tali glacial period), the annual temperature was about 7°C lower than that of the present. After glaciation, as the annual temperature rises again, Pine forest becomes prosperous, the grasslands increase in amount and some subtropical trees, such as Diospyros, Cotinus, Pterocarya, Morus, etc. remain here.